

《水俣汞公约》

迈出保护后代的 第一步

1991年水俣市的明水园医院 (Meisui-en Hospital)，Hiroyuki Moriyama 医生与先天性水俣病患者 Kazumitsu Hannaga。该院于1972年开业治疗水俣事件受害者。© Chris Steele-Perkins/Magnum Photos

1 1956年7月，日本水俣市附近八代海（亦名不知火海）上的一个渔村里，一名叫Shinobu Sakamoto的女婴诞生了。她的父母很快就意识到婴儿有问题，Sakamoto 3个月大时仍然抬不起头来，健康婴儿在这么大时都应该可以做到的。Sakamoto发育很慢，很晚才学会爬行，3岁时仍然大量流口水而且不会行走。父母把她送到了当地一家医院，在那里进行了4年的治疗，学习走路，使用双手以及其他一些基本功能。医生们最初会诊为脑瘫。

然而，有迹象表明Sakamoto的病可能不止是脑瘫那么简单。在她出生前几年，水俣湾开始出现死鱼和其他死亡的海洋生物，海鸟无法飞行，很多猫死于当地人称为“舞蹈病”的剧烈抽搐。Sakamoto出生前两个月，一种未知的神经系统疾病首次在本地一些渔民家里爆发。Sakamoto的姐姐Mayumi以及多名邻居被诊断为这种神秘的疾病，是由食用受污染的海鲜导致。科学家们于1957年将该疾病命名为“水俣病”，Mayumi于次年死于水俣病。

罪魁祸首最终被确认为甲基汞，来自窒素公司（Chisso Corporation）下属的一家当地化工厂排放的污水。八代海地区的受害人数不断攀升，一群最初诊断为脑瘫的孩子，包括Sakamoto于1962年被确诊为先天性水俣病。但是政府当时并没有禁止窒素公司继续排污，也没有告诫人们停止吃鱼，只是在化工厂自行停止使用汞之后才承认是该厂排放的污水导致了水俣病。那是1968年，Sakamoto已经12岁了。

水俣灾难殃及数千人，包括Sakamoto的所有家庭成员。这是第一起大规模甲基汞中毒事件，但却不是唯一的。1965年日本新潟县发生了一起类似但规模较小的甲基汞中毒事

件，1969年加拿大安大略省的印第安人居社区也发生了一起。

工业排污已经停止了数十年，然而成千上万的受害者仍在忍受着一系列神经系统症状，包括震颤、头晕、头痛、记忆力丧失、视力及听力问题，最严重的病例还出现发育障碍、认知及运动功能障碍、肢体畸形等症状。“水俣病仍然在肆虐，”Sakamoto说道。她已经57岁了，双手扭曲着，如果没有他人帮助根本无法行走或洗澡。她一直都无法工作，但是几十年来一直代表水俣病受害者奔走疾呼。

水俣事件引起了全世界对汞的健康危害的关注，目前已知这种剧烈的神经毒素尤其会毒害胎儿、婴儿和幼童。水俣事件以前，人们以为胎盘可以保护胎儿免受毒素侵害。

现在人们已经知道即使不太严重的汞污染也具有危害性。“50年前我们因为水俣事件而意识到汞的危害，现在我们知道过去的所谓‘安全含量’根本不安全，”哈佛公共卫生学院及南丹麦大学（University of Southern Denmark）的环境健康科学家Philippe Grandjean说道，“现在我们担心的是全世界海鲜消费者的汞暴露风险非常普遍。”

2013年10月，一个新的控制汞排放的国际公约将在日本签署，这意味着人类意识到汞污染是一个全球性问题，没有哪个国家能独自解决。公约被命名为《水俣汞公约》，于4年前开始起草，有130多个国家于2013年1月一致通过了终稿。公约包括强制性和自愿性措施，力图从多种污染源控制汞排放，逐步淘汰汞在某些产品及工业流程中的使用，限制汞贸易并停止汞矿开采。

汞的来源

汞是众多产品和工业流程中使用的一种天然元素，温度计、某些灯泡

以及化学催化剂中都含有汞。化石燃料燃烧、水泥及一些金属生产过程均可导致汞排放。

联合国环境规划署（United Nations Environment Programme, UNEP）2013年的一份报告指出，2010年人类活动导致了大约1960吨汞排入大气中，至少1000吨汞排入水中。报告指出，1990到2005年这段时期的汞排放比较稳定，之后某些行业的全球大气汞排放量可能再次增加。

迅速工业化的亚洲是当今大气汞排放的最大污染源，而中国的排放量占全球三分之一。与此同时，欧洲与北美国家则大幅降低了大气汞排放。美国的减排措施之一是清理垃圾焚烧炉，另外发电厂必须在2016年之前达到新的联邦标准，以大幅减少汞与其他污染物的排放。但是汞往往在环境中长期滞留，最近的一项模型研究显示，现在海洋表层的汞污染估计有一半来自1950年之前的排放，当时美国与欧洲的排放量超过亚洲。

该研究还预测，如果汞排放在2015年完全停止，大气沉积水平会立刻降低30%，这当然是好消息。但是之后下降速度会放缓，大概需要85年——也就是到2100年——大气沉积水平才能减半，而海洋表层含量会下降三分之一。该预测并没有考虑可能会使情况复杂化的气候变化因素，例如北部苔原一旦解冻，长期贮存在此的汞就会再次进入汞循环。作者的结论是，即使大幅减排也只能使海洋中的汞含量维持在当前水平。

目前已知人类向环境中排放的汞比我们以前认为的要多得多。大气汞含量比公元前2000年——人类大概是从那时起开始向环境中排放汞——高出7倍多，海洋表层汞含量则几乎高出6倍。

借助风势和洋流，汞可以到达距离其排放源很远的地方。一旦沉积在土壤或水域中，就会经微生物代

谢转化为甲基汞——该元素毒性最强的形式——并在食物链中不断累积。人们通常是通过食用受污染的海鲜而暴露于甲基汞。生物多样性研究所（Biodiversity Research Institute）以及“国际消除持久性有机污染物网络”（International POPs Elimination Network）2013年的一份报告显示，从世界各地众多污染热点地区收集的人类头发汞含量检测表明，这些地区的人们经常食用不符合美国环保署安全标准的鱼类。生物多样性研究所的首席科学家David Evers认为该研究虽然规模较小，但其涵盖的地理广度相当独特。然而，全球范围内人类汞暴露到底有多普遍这个关键问题仍然没有答案。

大量研究显示甲基汞具有发育毒性。几乎没有甲基汞暴露症状的女性，仍可以把致病剂量的甲基汞传给胎儿，水俣病就是例证。在水俣市，居民头发汞含量的中值为30 ppm。但是很多研究表明，即使在子宫内暴露于较低含量的甲基汞，胎儿仍可能出现各种神经心理学病症。例如一项研究显示即使母亲头发的汞含量只有1 ppm，她们的孩子到8岁时出现与注意力缺陷及多动障碍相关行为的风险也有所增高。

在近期的一项研究中，Grandjean及其同事计算出在欧盟每年至少有180万儿童出生时显示高甲基汞暴露，造成每年超过60万智商点数的损失，以及价值90亿欧元（119亿美元）的相关经济生产力损失。甲基汞也影响鱼类本身的健康，危及数百万人与其他食鱼动物的这一重要食物供应。

寻求共识

制定一个有约束力的协议来限制汞排放的理念于2003年开始得到全球支持，但是美国却极力主张自愿采取措施控制汞排放，因此这个具有法



1991年的水俣湾，从首次发现水俣病到窒素公司停止生产乙醛的12年间，该公司又向湾内排放了80~150吨甲基汞。© Chris Steele-Perkins/Magnum Photos

律约束力的公约始终无法达成。但是在奥巴马就职典礼后不久，在2009年联合国环境规划署理事会的一次会议上，美国宣布同意继续谈判达成一份法律协议。

理事会迅速确立了谈判进程。其核心是5次系列会议，采纳了不参与投票的外部团体提出的大量建议及游说，各参与国代表最终敲定了公约文本。

美国国务院负责环境事宜的副助理国务卿Daniel Reifsnyder负责监督美国在谈判中的作用。Reifsnyder把矛头指向《斯德哥尔摩持久性有机污染物公约》（Stockholm Convention on

Persistent Organic Pollutants）以及其他一些限制危险化学品的国际协定（美国均没有加入这些公约），“我们关心的是在这种情况下，应该避免走上一条先是谈判而随后又无法实施的老路，所以在进行有意义的谈判时又要灵活应变才是解决问题的关键。”

第一次谈判会议于2010年在斯德哥尔摩举行，国际消除持久性有机污染物网络与瑞典非政府组织的参会代表对来自40个国家的参会者进行了头发汞含量测试。所有样本结果均为阳性，超过三分之一的样本含量高于美国国家研究委员会（U.S. National Research Council）参考剂量1000 μg/

kg (1 ppm)。来自贫困国家参会者的头发汞含量平均值为1182 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，来自富裕国家的平均值为669 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，含量最高的一个样本超过了20000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

国际消除持久性有机污染物网络的高级科学政策顾问Joseph DiGangi指出，较之那些抽象的外交辞令，这些测试结果使情况立刻变得具体而明朗，“当参会代表们发现谈判议题就在自己体内时，不少人简直不敢相信，”他接着说道，“他们纷纷发问，‘这些汞在我体内会产生什么作用？’”

两年半的时间以及期间的3次谈判会议我们且略过不谈。在日内瓦举行的第五次也是最后一次谈判会议上，精疲力尽的代表们经过通宵达旦的讨论，终于在2013年1月19日早上7点正式通过了公约。大家一致认为其中最重要也是最困难的问题之一是，如何控制垃圾焚烧炉、冶炼厂及燃煤发电厂等设施的大气汞排放。发电厂是世界第二大汞排放源，占全球排放量的24%，是谈判的中心议题。然而一些大的发展中国家仍然依靠廉价煤炭提供生活用电及推动经济增长。

一些发展中国家最初因为考虑到烟囱汞减排技术的成本而犹豫不决。

美国国务院的Reifsnnyder指出，美国尤其对中国和印度做了大量说服工作：通过应用所谓的当前最佳技术，对这个行业的强制性控制是经济上可行的。美国的说服工作很成功，但是关于这些技术的具体细节还有待确定，而且只有新的大气汞排放源才需要这些技术。Reifsnnyder认为谈判结果“非常有意义，同时又足够灵活便于实施”。

世界煤炭协会（World Coal Association）的政策主管Aleksandra Tomczak参加了3次谈判会议，她对此结果也很满意，“在我们看来，这确实兼顾了环境保护与发展目标。”

然而批评人士例如国际消除持久性有机污染物网络的DiGangi认为，虽然这项措施可以减少生产单位能源排放的汞，但是各国可以随意增加生产能力，所以排放总量很可能仍会增加。“该条约可以解决一些汞排放源问题，但是无法解决汞排放增加的问题，”DiGangi说道，“换句话说，它可以改变斜率即汞排放速度，但是汞污染量仍将增加。”

批评人士还指责实施计划的时间框架过长。各国在5年之内新建的排放源无需符合标准，有10年时间来

制定现有污染源的减排目标。自然资源保护委员会（Natural Resources Defense Council）的高级环境分析师Susan Egan Keane指出，在公约批准之前不会开始计时，而这又需要几年时间，“在此期间污染源根本不受法规限制……，几千吨汞排放到环境中却不采取任何措施，”Keane说道，“我们就这样眼看着大量汞排放却听之任之！”

另一个关键问题是，作坊式以及小规模采矿业是汞污染的最大来源，超过全球排放量的三分之一。黄金价格暴涨推动了世界各地临时的小型金矿业务蓬勃发展，大概有1000~1500万人——其中大约300万是妇女和儿童，大多穷困潦倒——在从事该行业。

为了将微小的黄金颗粒从矿石中分离出来，工人们通常使用大量的汞却没有采取任何对自身、住宅及周围环境的保护措施。Keane指出对矿工来说汞很容易买到而且便宜，她在婆罗洲一个煤矿参观时看到一个工人漫不经心地将汞从一个汽水瓶子倒入黄金中混合。事后她计算了一下，那个瓶子中的汞大约相当于6万个紧凑型荧光灯泡的汞含量。她说那个矿工很



水俣病患者的脑组织样本（左、中）显示出高度甲基汞暴露的破坏性后果。左边的样本来自一个7岁儿童，汞暴露4年后死去；中间的样品来自一个8岁儿童，汞暴露2.75年后死去；右边的样本来自一个30岁健康男子。

© Robin Treadwell/Science Source

可能每天都要用掉一瓶。[详情请参阅《环境与健康展望》中文版2013年10月刊《水银与黄金：手工与小型金矿开采中的汞污染》26-31页]

Keane指出，很多国家都尝试过在作坊式及小型金矿开采业取缔汞的使用，但是由于没有帮助矿工实现工艺转型，他们仍在偷偷地使用汞。她认为公约采取了正确的策略，让缔约国拿出各自的计划来减少或取缔金矿开采中汞的使用。计划的指导方针是采取强制措施正规化该行业，取缔污染最严重的运营行为，保护儿童及孕妇不受汞污染危害。然而，公约允

许作坊式及小型金矿开采业继续汞贸易，也没有设定淘汰日期。

公约规定在2020年以前逐步淘汰大部分产品中的汞，包括杀虫剂、某些电池、灯泡、开关、化妆品以及测量装置。含汞齐的牙科产品引发了广泛讨论。环境与健康组织联盟“零汞工作组”（Zero Mercury Working Group）率先要求把汞齐包括在公约内，指出火化遗骸与冲入下水道的汞齐废料是一个重要的汞排放源。公约将指导各国从9种控制措施中选用至少两种，逐渐减少使用（但不会淘汰）含汞齐牙科产品。

另一种引发激烈辩论的产品是含汞的疫苗防腐剂硫柳汞。虽然在发达国家大多数儿童疫苗已经不再含有硫柳汞，但在整个发展中世界仍然被广泛使用。因为疫苗中加入硫柳汞后可以进行多剂量瓶包装，显著降低了成本，方便疫苗在偏远地区的运输及分发。

“智力安全”（Safe Minds）和“无汞药物联盟”（Coalition for Mercury-Free Drugs）这两个美国组织声称硫柳汞危害儿童健康，积极主张公约逐步淘汰或减少其使用。然而以世界卫生组织为首的众多全球健康机构联合起来为硫柳汞辩护，认为这种防腐剂不仅安全而且对于疫苗接种计划很有必要，有助于保护全球贫穷儿童免受致命疾病的威胁。一些发展中国家在谈判期间表示了对硫柳汞的关注，但最终还是支持其继续使用，公约也明确豁免了硫柳汞。

公约还涉及了一些具体制造工艺，尤其是在乙醛生产——水俣市的汞污染源——中逐步淘汰汞。各国必须在2020年以前将氯乙烯单体——PVC塑料的主要成分——生产过程中使用的汞减半。中国是在氯乙烯单体生产过程中使用汞作为催化剂的唯一国家，但是国际消除持久性有机污染物网络认为在中国该行业是一个无法量化而且“潜在巨大的”排放源。

发展中国家在谈判中着重于另外两个议题。第一是增加一项关于健康问题的条款，发达国家则表示反对。Keane认为这主要是因为考虑到一旦有了这个先例，一些昂贵的公共卫生项目也会被列入公约。公约终稿最终还是包括了一项有关健康的条款，不过非常简短，只是鼓励各国采取普遍措施以保护国民免受汞暴露危害。

另外发展中国家也担心筹措不到足够的国际资金来有效实施该公约。经过大量协商，最终指定“全球环境设施信托基金”（Global Environment



1991年明水园医院，一位老年水俣病患者正在做塑料花，这是一种理疗锻炼。甲基汞排放停止几十年后，受害人仍然在与令人日趋衰弱的汞中毒症状作斗争。© Chris Steele-Perkins/Magnum Photos



2009年加纳的奥布阿西地区（Obuasi, Ghana），一名矿工手里捧着液态汞。作坊式与小型金矿开采业的汞排放目前超过全球总量的三分之一。© George Osodi/Panos Pictures

此同时，各国将于本月开始在日本签署公约，并将开始根据公约要求制定相关法规。截至发稿时，Reifsnnyder说美国国务院正在进行“公约评估的惯例程序，以估计美国如果加入的话如何履行义务”，这是美国正式决定是否加入的一个前期程序。

Evers指出在公约生效后，只有当监测项目——包括环境、野生动物、尤其是人体内的汞——具备足够力度时，才能评估其减少人类暴露的根本目标完成得如何。公约为这样的监测项目列出了框架，Evers与其他科学家正在努力充实完善。但是他说人体监测部分仍不确定，因为有些国家比较关心成本与组织工作，以及对那些体内汞含量为危险水平的人群所需承担的责任。

哈佛大学的Grandjean将公约誉为一个里程碑式的成就，同时也希望各国能够超越其义务范围，尤其是涉及保护儿童健康时，采取措施例如饮食建议条款以及孕妇暴露常规检查。

但是即使公约可以成功减少新排放，那些已经排放到环境中的汞仍会存在很长一段时间。“金枪鱼或箭鱼中的汞含量在短期内不会降低，”Grandjean说道，“这种情形可能会持续几个世纪。”

Rebecca Kessler，定居罗德岛普罗维登斯（Providence, Rhode Island），撰写过关于科学与环境的多篇报道。为多种出版物撰写科学和环境文章，是全美科学作者学会和环境记者协会会员。

译自EHP 121(10):A304-A309(2013)

翻译：周江

*本文参考文献请浏览英文原文

[原文链接](#)

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.121-A304>

Facility Trust Fund)为筹资机制，但是捐助国具体捐助多少资金——即受援国能收到多少资金——仍有待确定。“条约制定是一码事，执行可是另一码事，涉及到很多其他问题——容量、能力、资源及理解，”肯尼亚代表Richard Mwendandu说道。

公约被人们——甚至一些批评人士——誉为重要的第一步以及遏制汞排放的首次全球统一行动。“条约有一定程度的妥协，但它反映了一个全球性的共识：汞排放是一个严重的健康与环境问题，”生物多样性研究所的Evers说道。

水俣公约不解决水俣问题

日本政府力荐以水俣事件命名该公约。尽管水俣事件已经过去近60年了，受害者团体仍然认为窒素公司没有承担足够的责任，污染也没有得到妥善清理。他们说日本政府既没有充分评估水俣事件对人类健康与环境的危害，也没有充分赔偿受害者。

政府正式承认水俣及新泻事件

的患者不到3000名，其中一半以上已经死亡。这些患者获得了一些赔偿且医疗费用得到支付，另有大约1万人因为存在“适用条件”而获得了数额较少的赔偿。据报道在一个新的项目中，超过6.5万人申请了赔偿及医疗费用。

在谈判期间，几个水俣病受害者团体与其他组织认为，如果公约以水俣市命名，日本政府就必须在国内解决受害者问题，而且公约应该具有足够力度以防止类似悲剧再次发生。Shinobu Sakamoto前往日本千叶市参加2011年1月的第二次谈判会议，并做了简短发言支持该理念。但是公约终稿却令大家很失望。位于东京的“反对化学品污染公民组织”（Citizens Against Chemicals Pollution）的协调员Takeshi Yasuma就此问题进行了大量游说，“以水俣市命名公约是对受害者的亵渎，”他说道。

至少需要50个国家批准才能使公约生效，Reifsnnyder说估计在2017年以前无法达到这个数字。然而与